



PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA

AUTORES:

©Laura Álvarez González

©Diana María Elena Aldana

©María Carmona Rosa

ISBN 13: 978-84-695-5876-8

Número de registro: 201288675

Fecha de aparición: 15-10-2012



PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

ÍNDICE:	PÁGINAS
1. LOS PRIMEROS PASOS.....	2
2. VENTAJAS.....	3
3. PRINCIPIOS BÁSICOS.....	3
4. PRINCIPIOS FÍSICOS.....	3
5. EQUIPOS DE RESONANCIA.....	23
6. FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA SEÑAL.....	28
7. MEDIOS DE CONTRASTE.....	29
8. MEDIDAS DE SEGURIDAD.....	31
9. ARTEFACTOS MÁS COMUNES.....	32
10. CUIDADOS DEL PACIENTE.....	35
11. INDICACIONES.....	36
12. CONTRAINDICACIONES.....	41
13. IMÁGENES NORMALES DE ESTUDIOS EN RESONANCIA.....	43
14. BIBLIOGRAFÍA.....	51

PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

1. LOS PRIMEROS PASOS

En 1946 se tomaron los primeros datos del fenómeno de la resonancia magnética.

En Estados Unidos, en ese año, Félix Bloch y Edward Purcel demostraron que determinados núcleos sometidos bajo un campo magnético intenso, absorben energía de radiofrecuencia y pueden generar una señal de radiofrecuencia que es capaz de ser captada por una antena receptora.

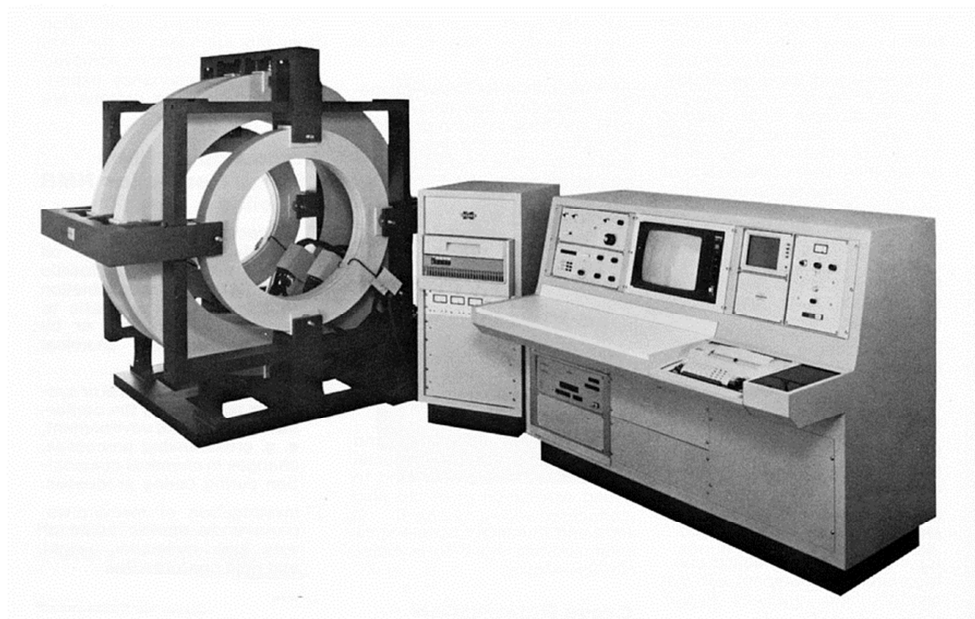
En 1973, Paul Laterbury aplicó este fenómeno en el campo del diagnóstico médico.

En 1979, se obtuvieron las primeras imágenes tomográficas humanas.

En 1981, en Londres, se instaló el primer equipo de resonancia magnética.

En 1983, en Barcelona, se obtuvo el primer equipo de resonancia y hasta la actualidad.

Hoy en día la resonancia magnética se utiliza en múltiples estudios y se ha instalado en numerosos hospitales y centros médicos.



Uno de los primeros equipos de resonancia magnética (1.983)

PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

2. VENTAJAS DE LA RESONANCIA

Las ventajas sobre otros métodos de imagen son:

- Su capacidad multiplanar, con la posibilidad de obtener cortes o planos primarios en cualquier dirección.
- Ausencia de efectos nocivos para la salud.
- Elevada resolución de contraste.
- Amplia versatilidad para el manejo del contraste.

3. PRINCIPIOS BÁSICOS

Ciertos núcleos atómicos sometidos a un campo magnético y estimulado mediante ondas de radio con frecuencia apropiada absorben energía.

Cuando cesa el campo magnético los núcleos atómicos liberan la energía absorbida la cual denominamos señal de resonancia.

La señal de resonancia producida es recibida por la antena y analizada.

Los tiempos de relajación representan las mediciones de la rapidez con que se produce esa liberación de energía.

4. PRINCIPIOS FÍSICOS DE LA RESONANCIA

Una carga eléctrica en movimiento es una corriente eléctrica y se acompaña de un campo magnético cuya medida en Tesla (T) y un campo magnético en movimiento genera una corriente eléctrica.

El Momento cinético es una magnitud vectorial que "empuja" las partículas en movimiento hacia arriba mientras giran. Se representa como \vec{S} .

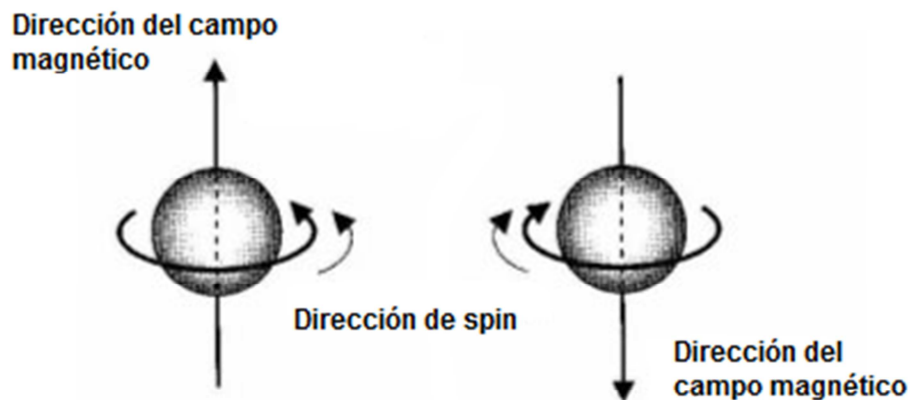
El Momento magnético es cuando una carga gira genera a su alrededor un campo magnético. Se representa como $\vec{\mu}$.

PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

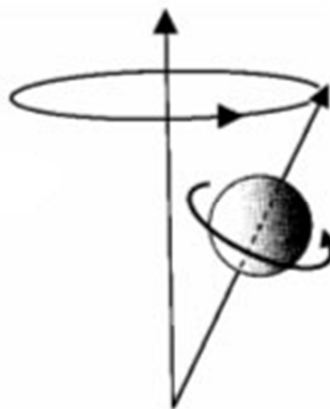
AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

➤ Movimiento de Spin, momento cinético o \vec{S} Spin (S)

El núcleo atómico está formado por un determinado n° de nucleones (n° de protones y neutrones). Los protones son pequeñas partículas con una carga positiva. Estos protones giran sobre si mismo constantemente en un movimiento al que se conoce como Spin. Por lo tanto poseen un momento cinético (S) o Spin que representa una magnitud vectorial que “empuja” las partículas en movimiento hacia arriba mientras giran. Este vector (momento cinético o spin) es de igual dirección que su eje de rotación.



Movimiento de rotación o spin



Movimiento de precesión

PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

➤ Momento magnético ($\vec{\mu}$)

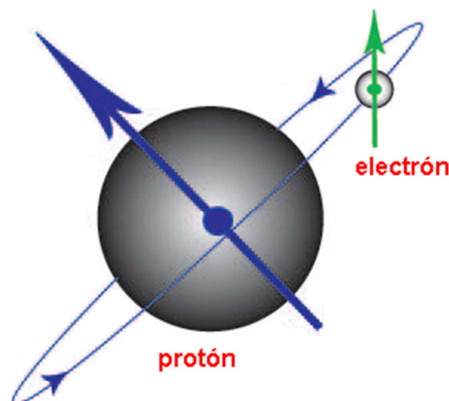
Cuando una carga gira (protón) genera a su alrededor un campo magnético (momento magnético) relacionado con su momento cinético o spin (S) y con la misma dirección que su eje de rotación.

➤ Núcleo de hidrógeno

El núcleo del Hidrógeno (H) o protón posee tanto momento cinético \vec{S} y momento magnético $\vec{\mu}$.

Como hemos mencionado anteriormente los nucleones son el número de protones y número de neutrones que se encuentran en el núcleo del átomo y los átomos con un número impar de nucleones poseerán un momento magnético total.

Por ello, el núcleo del H (con un protón y ningún neutrón) es el único que actualmente desempeña un papel importante en la obtención de imágenes ya que 2/3 de los átomos del organismo son H por lo que dará lugar a un fenómeno de resonancia muy claro. Esto es así porque poseen un nucleón no apareado y por lo tanto tiene un momento magnético total también llamado intrínseco.



Átomo de Hidrógeno

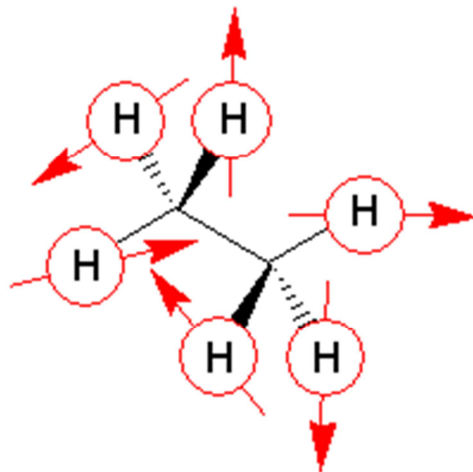
PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

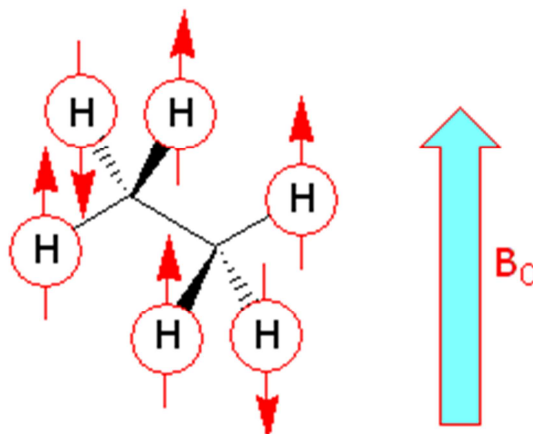
Al núcleo de hidrógeno se le conoce en resonancia magnética como protón y posee SPIN o MOMENTO MAGNÉTICO (μ), ligado a la rotación de su propio eje, con sólo 2 orientaciones permitidas del spin y un MOMENTO CINÉTICO (S), ligado a su carga en rotación.

➤ Campo magnético externo

Cuando el paciente no está sometido a un campo magnético externo (B_0) los núcleos de hidrógeno o protones están orientados al azar giran de forma aleatoria en el espacio.



Cuando el paciente queda sometido a un potente campo magnético (B_0), al ser pequeños imanes, quedan orientados en la misma dirección que el campo magnético externo (B_0), en la posición que vemos:



PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

✓ Protones orientados en paralelo:

1. En el mismo sentido que el campo magnético externo.
2. Requieren menos energía.

✓ Protones orientados en antiparalelo:

1. En sentido contrario que B_0
2. Requieren mayor energía.

Cuanto más intenso es el campo magnético mayor es la proporción Hay mayor número de protones orientados en paralelos que en antiparalelos.

Con campo magnético externo aparece la imantación macroscópica ($M \neq 0$) ya que se pueden sumar los vectores

➤ Movimiento de precesión

La combinación del movimiento producido por la fuerza magnética que ejerce el campo magnético externo (B_0) sobre el protón, sumado al movimiento de espín del protón, genera un nuevo movimiento que se conoce como **Movimiento de precesión**.



Este movimiento es similar al movimiento de una peonza que gira ligeramente inclinada alrededor de las líneas del campo magnético. Este movimiento no es

PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

constante los protones precesan a una determinada velocidad o frecuencia de precesión y es directamente proporcional a la intensidad del campo magnético al que el protón es sometido.

➤ Ecuación de Larmor

La frecuencia de precesión es el número de veces que precesan los protones por segundo

La frecuencia angular (W_0) se mide en Hercios (Hz) y viene determinada por la ecuación de Larmor:

$$W_0 = \gamma \cdot B_0$$

Siendo:

W_0 = Frecuencia de precesión= Velocidad angular.

γ = la constante de giro magnética del hidrógeno (específica de cada núcleo)

B_0 = Potencia del campo magnético externo aplicado.

Por lo tanto W_0 depende de B_0 , así que a mayor intensidad del campo magnético externo mayor velocidad angular tendrá y a menor intensidad del campo magnético externo menor velocidad angular tendrá.

➤ Estados energéticos: posibles ángulos de precesión

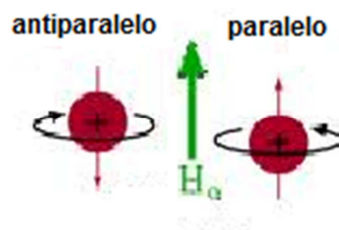
Todos los protones se encuentran dispuestos en la misma dirección del campo magnético pero pueden estar dirigidos en distinto sentido, en el mismo sentido de las líneas de fuerza del campo magnético externo (protones en paralelo) o en sentido contrario (protones antiparalelos). Esta orientación dependerá de su estado de energía:

PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

✓ **Protones en paralelo:**

Protones orientados en el sentido de las líneas de fuerza del campo magnético externo (el vector de imantación (μ) tiene el mismo sentido que B_0). Poseen un nivel de energía menor.



✓ **Protones en antiparalelo:**

Protones orientados en sentido contrario de las líneas de fuerza del campo magnético externo (vector de imantación (μ) sentido contrario que B_0). Poseen un nivel de energía mayor.

➤ **Magnitud longitudinal**

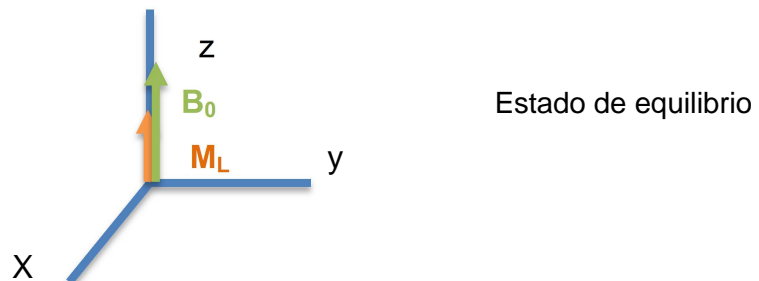
Los protones en paralelo y antiparalelo se anulan, de manera que la señal de resonancia viene dado por los protones paralelos que no se han anulado. Aquellos protones suman sus fuerzas generando un vector magnético (M_L) en la misma dirección que el campo magnético externo B_0 .

Los que nos dan la señal de resonancia magnética son los protones paralelos, que no están apareados porque no se han anulado. Éstos van a originar la magnetización longitudinal (M_L) en la misma dirección que B_0 .

PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

El estado que tenían aleatorio antes de estar sometidos al campo magnético lo retornarán en caso de producirse alguna perturbación.



En estado de equilibrio la M_L es la responsable de la obtención de las imágenes, pero su orientación paralela al B_0 no nos permite distinguir una de la otra, y por lo tanto su lectura.

➤ Aplicación de un campo magnético oscilante (B_1) (pulsos de radiofrecuencia)

Un campo magnético oscilante (B_1) consistente en ondas cortas de radiofrecuencia (pulsos de radiofrecuencia) perpendiculares a B_0 . Para que estos pulsos de radiofrecuencia perturben el estado de equilibrio de los protones debe darse la siguiente condición:

Que se produzca una transferencia de energía desde el nuevo campo magnético a los protones del paciente. Para que se produzca la transferencia de energía la frecuencia de rotación del campo magnético oscilante (W_r) debe ser igual a la ecuación de Larmor, o lo que es lo mismo: para que se pueda transferir la energía de B_1 a los protones del paciente, B_1 deberá estar a la misma frecuencia de precesión que los protones del paciente.

$$W_r = W_0$$

PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

$\omega_r \rightarrow$ Frecuencia de rotación del campo magnético oscilante.

$\omega_0 \rightarrow$ Frecuencia de precesión de los protones del paciente.

Cuándo esto ocurre los dos sistemas estarán en resonancia.

El pulso de radiofrecuencia disminuirá la **ML** y aumentará la **MT**.

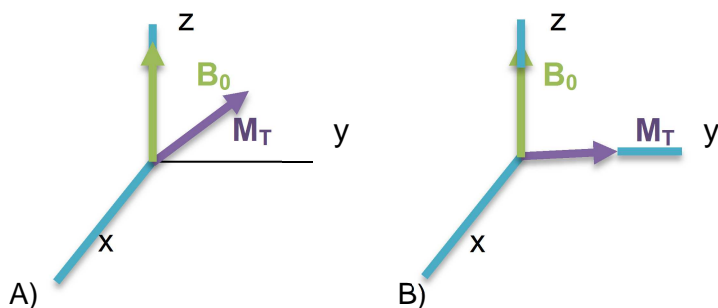
➤ Magnetización transversal (M_T)

Algunos protones captan la energía que suministra el pulso de radiofrecuencia y pasan de la posición de menor energía (paralela) a la de mayor energía (posición antiparalela).

Los protones entran en sincronismo y comienzan a precesar en fase, sus vectores se suman en dirección transversal al campo magnético externo y aparece una magnetización transversal (M_T).

La absorción de energía del pulso de radiofrecuencia ocasiona el abatimiento de los protones hasta quedar perpendiculares respecto a B_0 (como M_T se abate 90° desde su posición de equilibrio se le denomina pulso de 90°).

Este nuevo estado de equilibrio de M_T durará mientras haya emisiones de pulsos de radiofrecuencia y se le denomina magnetización transversal.



A) Aplicación del pulso de radiofrecuencia (pulso de 90°)

B) Abatimiento de M_T 90° con respecto a B_0

PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

➤ **Cuando cesa el pulso de radiofrecuencia**

Se produce un desfase rápido de los spins, los protones dejan de precesar en fase.

Este desfase de frecuencias de precesión es constante y característico para cada tejido, y se determina en unidades de tiempo conocidas como T2 (tiempo de relajación transversal). Por lo que la magnetización transversal (M_T) disminuye y desaparece.

Los protones que habían pasado de la posición paralela a la antiparalela, vuelven a su posición original (paralela), con lo que se produce una liberación de energía.

La liberación de energía es constante para cada tipo de tejido con lo que nos permite diferenciar la composición de los tejidos sometidos. La velocidad a la que transcurre esta relajación de los protones es conocido como T1

✓ **Relajación longitudinal o T1.**

Es el tiempo que tarda en recuperar la imantación longitudinal correspondiente al 63% de la recuperación de la imantación. Es característico de cada tejido.

Cuanto menor es T1 más rápidamente crece la imantación longitudinal. la duración aproximada es de 500-1000 mS.

La duración del T1 es de 500-1000ms.

El T1 varía con estructura molecular del tejido (diferencia tumores) y con el estado de agregación de la materia(sólido, líquido o gas)

T1 es mayor en líquidos que en sólidos y T1 es menor en tejidos grasos.

PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

✓ Relajación transversal o T2.

Es el tiempo que se tarda en perder el 63% de la imantación transversal. Es característico de cada tejido, cuanto menor es T2, más rápidamente pierde la imantación transversal, es decir, más rápido pierde el campo transversal. (Duración aproximada 50-1000 mS).

T2 varía con la estructura molecular del tejido y también varía con el estado de agregación de la materia.

T2 es mayor en líquidos que en sólidos y también T2 es mayor en tejidos con grandes moléculas.

¡OJO! La reducción de la imantación transversal (**T2**) es mucho más rápida que el crecimiento de la imantación longitudinal (**T1**).

✓ Noción de T2*

A escala macroscópica se considera que B_0 es homogéneo pero a escala microscópica se observan inhomogeneidades de B_0 de origen propio.

Si el campo del imán fuera perfectamente homogéneo se observaría una disminución de la señal FID según la exponencial decreciente en T2. Pero la señal FID que aparece es la consecuencia de la falta de homogeneidad del campo B_0 de origen molecular (relajación T2) más las inhomogeneidades (constantes) propias del campo B_0 .(T2*)

Por lo tanto la señal de FID disminuye con mayor rapidez que debería si sólo contáramos con las inhomogeneidad de origen molecular ya que:

PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

$$T2^* = T2 + \text{inhomogeneidad propia de } B_0$$

➤ Señal de resonancia (FID)

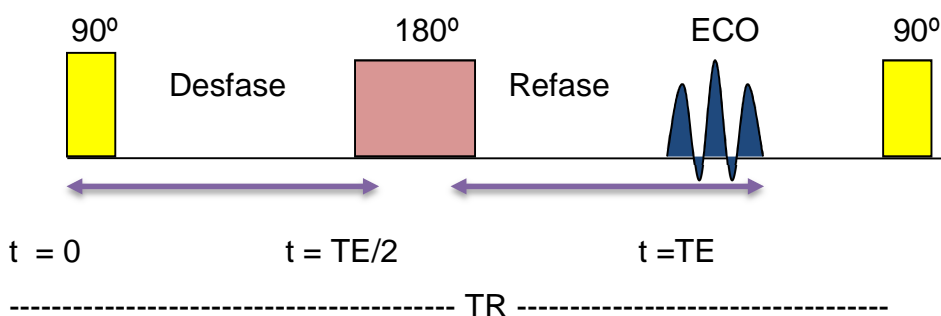
La señal que se genera, que es un campo magnético u onda de RF, debida a la rotación de la componente transversal del campo magnético sobre el eje xOy, es lo que se denomina FID, señal de resonancia. Y puede ser captada por una antena o bobina que se colocará en el plano xOy (perpendicular al túnel de resonancia).

FID (Free Induction Decay): es la señal de RM, que será captada por una bobina la cual la transformará en una señal eléctrica para poder medirla. Es decir, la antena mide la señal (FID), correspondiente a la disminución de la imantación transversal M_{xy} .

➤ Secuencia de base: ECO de Spin

Consiste en un método para suprimir las inhomogeneidades propias del campo principal externo B_0 para acceder así al verdadero $T2$.

SECUENCIA ECO DE SPIN:



PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

Comprende 2 pulsos de radiofrecuencia:

- Un pulso de 90° : Para crear la imantación en el plano transversal.
- Seguida por un pulso de 180° : Para liberarse de $T2^*$

Cronología de sucesos durante una secuencia eco de spin:

$$t = 0$$

aplicación pulso 90° .

M_{L0} bascula hasta el plano transversal

Spins están en fase

M_T = máxima

Dejo de aplicar el pulso de 90° : desfase de los spins

$$t = TE/2$$

Aplicación pulso de 180° . Los spins se refasan.

$$t = TE$$

(tiempo de eco) \Rightarrow **spins refasados**, aparece la señal en forma de ECO y se puede medir. M_T disminuye en $T2$. Se consigue la primera línea de la matriz de la imagen (tiempo en el que se mide la señal).

Durante este tiempo, la M_L **crece en $T1$** , hasta que $t = TR$, donde se repite el ciclo de pulsos de 90° y 180° para conseguir la 2ª línea de la matriz.

TE, tiempo de eco, corresponde al tiempo de medida en que se recoge la señal de RM.

Con cada TR, tiempo de repetición, se consigue una línea de la matriz y corresponde al tiempo que separa 2 pulsos de 90° y tiempo de recuperación de imantación longitudinal. Determina el nivel de crecimiento de la imantación longitudinal, y por lo tanto la señal disponible).

PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

De forma esquemática se puede resumir de la siguiente forma:

Lo que nos interesa es conseguir T2 y para ello utilizaremos la Secuencia Eco de Spin que su cronología es la siguiente;

t = 0

Se aplica un pulso de 90° para crear la imantación en el plano transversal. La MT es máxima y los spin están en fase y a continuación se desfasan.

t = TE/2

Se aplica un pulso de 180°. Los spin se refasan superando los desfases provocados por Bo.

t = TE

Aparece la señal en forma de eco y se puede medir.

Se ha conseguido la señal correspondiente a la “*primera línea de la matriz de la imagen*”.

Para obtener las siguientes líneas de la matriz de la imagen habrá que repetir este ciclo todas las veces posibles hasta obtener la imagen completa.

$$S_{se} = \rho L (TR/T1) T(T2/TE) f(v)$$

Esta es la ecuación de la señal de la secuencia eco de spin.

Vemos que la señal;

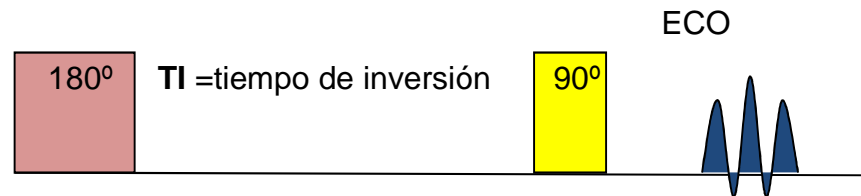
Es proporcional a la densidad protónica, depende de dos parámetros tisulares (T1 y T2) y de dos dependientes del operador (TR y TE) y del flujo, f(v).

PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

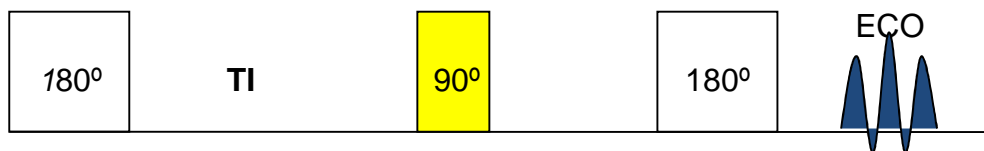
AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

➤ Secuencia inversión-recuperación/ inversión-recuperación Eco de Spin:

➤ SECUENCIA INVERSIÓN RECUPERACIÓN



• SECUENCIA INVERSIÓN RECUPERACIÓN ECO DE SPIN



Pulso 180° ⇒ Basculamos la M_L en $-M_L$

Pulso 90° ⇒ Obtenemos una señal medible M_T

Medimos la señal ⇒

Después del pulso de 90° → IR (inversión-recuperación)

Después del pulso de 180° complementario → IR eco de spin

¿De qué depende la señal que obtenemos? ⇒ TI

Depende del TI = tiempo de inversión que es el tiempo entre el pulso de 180° y de 90°.

Imágenes potenciadas en T1 ⇒ La intensidad de la señal en una secuencia IR depende de T1 (la M_L vuelve rápidamente a su valor original).

¿Por qué se produce un aumento del contraste en T1? ⇒ Porque la imantación longitudinal describe un doble recorrido, desde $-M_{z0}$ hasta $+M_{z0}$ ⇒ $2M_{z0}$; lo que ↑ las diferencias en T1, el contraste en T1.

Imágenes muy ponderadas en T1, de excelente calidad, se produce un aumento de contraste en T1 en relación con la secuencia ECO DE SPIN.

PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

➤ Secuencia de saturación- parcial / saturación-recuperación



TR corto ⇒ **SECUENCIA SATURACIÓN PARCIAL (SP)** → señal potenciada en **T1**

TR largo ⇒ **SECUENCIA SATURACIÓN RECUPERACIÓN (SR)** → señal potenciada por **densidad protónica**.

➤ Secuencia en eco de gradiente (EG)

A diferencia de las secuencias eco de spin, en vez de utilizar un pulso de 90°, utilizan un ángulo de basculación de menos de 90° y en lugar del pulso de 180° utilizan un gradiente bipolar que consta de dos gradientes de signos contrarios.

El primer gradiente lo que hace es desfasar los spines y el segundo refasan los spines. Tras el refase aparece el ECO.

Con un ángulo largo (45° a 90°) se obtiene una potenciación en T1 y con un ángulo corto (hasta 45°) se obtiene una secuencia potenciada en T2.

➤ Secuencia en turbo Spin Eco (TSE) o spin eco rápida

Se utiliza para cada TR un pulso de 90° seguido de varios pulsos de 180°. Tras la aplicación de cada pulso lo que se obtiene es el ECO. Por lo que se obtienen varios ecos por cada tiempo de repetición.

Son secuencias más rápidas que las anteriores y se usan para sustituir la secuencia SE T2.

PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

➤ Secuencia de supresión de grasa

Las hay de dos tipos: STIR y FAT SAT.

La secuencia STIR lo que hace es suprimir la grasa mediante la aplicación de un pulso inversor de 180° que invierte la magnetización longitudinal antes de que actúe el pulso de 90° y de 180° .

La técnica FAT SAT se emplea en cualquier tipo de secuencia de las anteriormente citadas y lo que consiste es en aplicar un pulso previo de inversión de banda estrecha en la frecuencia de resonancia de la grasa que sólo va a suprimir la grasa, quedando el agua sin alterarse lo más mínimo.

➤ Duración de una secuencia

Definimos la duración de una secuencia como el tiempo de adquisición (T_{ad}), que es el tiempo necesario para obtener una imagen, es decir, la duración global de una secuencia de RM, un ciclo completo.

$$T_{ad} = TR \times N_p \times N_{ex}$$

Siendo;

TR → tiempo de repetición

N_p → nº de líneas de la matriz

N_{ex} → nº de excitaciones o nº de acumulaciones. Es el nº de pases sobre cada línea. Se realiza para mejorar la calidad de la imagen (relación señal/ruido).

Cabe destacar que el nº de columnas de la matriz no interviene en la duración de una secuencia, en cada línea se codifican las columnas independientemente de cuantas haya.

PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

➤ Contraste en resonancia magnética

Es la traducción de las señales de resonancia a niveles de grises. Siendo el color negro la señal débil y el color blanco la señal elevada.

T1, T2 y densidad protónica son tres factores que intervienen en el contraste en diversos grados.

Ponderar la secuencia significa que las diferencias en los tiempos de relajación (T1 y T2), y en menor medida, las diferencias en densidad protónica (ρ) las pone de manifiesto el contraste. Pero solamente TE y TR son accesibles al operador, por lo tanto a través de ellos se modularán la señal de resonancia y el contraste.

El operador puede favorecer mediante TR y TE uno de estos factores en la generación de la señal, y a esto se le llamará **ponderar la secuencia**, es decir, que las diferencia de intensidad de la señal entre los tejidos de la imagen (el contraste de la imagen) sea debido a las diferencias en el T1, en T2 o a la densidad de protones.

TE determinará el momento en que se mide la señal, sobre la curva de disminución de T2, es decir, es el tiempo durante el cual se deja disminuir la señal (en T2) antes de medirla.

- Si TE es corto, en relación con el T2 de los tejidos que se estudian (< 20-30 ms), más desponderada en T2 será la secuencia.
- Si TE es largo, en relación con el T2 de los tejidos que se estudian (> 80-100 ms), más ponderada en T2 será la secuencia.

TR (tiempo de repetición o tiempo de crecimiento) determinará el nivel de crecimiento de la imantación longitudinal y, por lo tanto la señal disponible o nivel máximo inicial a partir del cual la señal disminuirá al inicio de cada ciclo, corresponde al intervalo que separa dos pulsos de 90°, es decir, al tiempo de paso de una línea a otra.

PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

- Si **TR es largo**, en relación con el T1 de los tejidos que se estudian (2s), la imantación longitudinal crece hasta su nivel máximo, su nivel de equilibrio, al final de cada ciclo.
- Si **TR es corto**, inferior o cercano al T1 de los tejidos que se estudian (0,5s), el crecimiento de la imantación longitudinal se interrumpe y la imantación longitudinal no recupera su nivel inicial al final de cada ciclo.

✓ **Diferencias en los tejidos de T1 o T2 por medio de TR y TE**

✓ **En un Tejido R (rápido):**

- T1: es corto crece rápidamente (la señal del tejido R será más elevada, más blanca que la del tejido L (más negra).
- T2: es corto disminuye rápidamente (la velocidad del tejido R no tiene tiempo para ponerse de manifiesto con respecto al tejido L, por lo que aunque presenten velocidades de disminución (T2 respectivos) diferentes, no estarán bien separados, y no se podrán distinguir por su T2.

✓ **En un Tejido L (lento):**

- T1: es largo crece lentamente (la señal del tejido L será más negra que la del tejido R (más blanca)
- T2: es largo disminuye lentamente (que estén adaptados a las velocidades de disminución (T2 respectivos) de los tejidos, el tejido L de T2 más largo disminuye con mayor lentitud (estará más rezagado) que el tejido R de T2 más corto, con lo cual la señal del tejido L será más elevada, más blanca, que la correspondiente a R, más negra.

PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

✓ Ponderar contraste en T1

-TR: corto (de 400 a 600 ms) \Rightarrow veo las diferencias en función de T1 (favorezco el contraste en T1).

-TE: corto (30 a 40 ms) \Rightarrow no veo las diferencias en función de T2, las anulo.

-El tejido con el T1 más corto \Rightarrow proporcionará la señal más blanca.

✓ Ponderar contraste en T2

-TE: largo (120 ms) \Rightarrow veo las diferencias en función de T2 (favorezco el contraste en T2).

-TR: largo (2000 ms) \Rightarrow no veo las diferencias en función de T1, las anulo.

-El tejido con el T2 más largo \Rightarrow señal más blanca.

✓ Ponderar contraste en densidad protónica (ρ):

-TE: corto \Rightarrow no veo las diferencias en función de T2, las anulo

-TR: largo \Rightarrow no veo las diferencias en función de T1, las anulo

-Veo las diferencias en función de la DENSIDAD PROTÓNICA (ρ) de los tejidos

Densidad protónica (ρ) más alta (más protones) \Rightarrow señal más blanca.

Densidad protónica (ρ) más baja (menos protones) \Rightarrow señal más negra.



E

de resonancia es el encarga

PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

5. EQUIPOS EN RESONANCIA

La **sala del imán** debe ser espaciosa y tener una buena iluminación. Esta sala está aislada del exterior mediante un recubrimiento de cobre llamado Jaula de Faraday que evita las interferencias de radiofrecuencia externas. En esta sala el elemento básico es el imán aunque también debe tener almacenaje de bobinas, material sanitario, carro de anestesia e inyector para estudios con contraste.

➤ Imán principal

Este sistema está constituido por un conjunto de aparatos emisores de electromagnetismo, que son los imanes, que representan la base del equipo. Los imanes producen un campo magnético B_0 , homogéneo y de gran fuerza (0,1-2 T) en el interior del cilindro del imán. Este campo debe ser homogéneo y estable en el tiempo, cuanto más intenso sea el campo magnético mejor será la relación señal y ruido en las radioseñales utilizadas para crear la imagen.

Clasificación de los imanes:

a) Según la intensidad del campo:

- ✓ **Campos bajos:** de 0,02 a 0,25 Tesla.
- ✓ **Campos medios:** de 0,25 a 1 Tesla.
- ✓ **Campos altos:** por encima de 1 Tesla.

b) Según su tipo:

- ✓ **Imanes permanentes:** son sustancias ferromagnéticas originales. Este tipo de imán no necesita ser alimentado con corriente eléctrica. Sin embargo, tiene una masa muy elevada y son poco uniformes y poco intensos. Se pueden llegar a obtener hasta 0.4 Teslas.
- ✓ **Imanes resistivos o electroimanes:** consisten en bobinas conductoras por las que se hace circular una corriente eléctrica. Es

PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

muy pesado y necesita ser refrigerado mediante un sistema de agua circulante. Con este tipo de imán se pueden llegar a obtener hasta 0.5 Teslas de intensidad de campo magnético. Tienen mayor intensidad que los imanes permanentes pero sigue siendo considerada poca intensidad y además generan mucho calor.

- ✓ **Imanes superconductivos:** se basan en el aprovechamiento de las propiedades de los materiales superconductores. Tienen la ventaja de tener un campo magnético muy uniforme y un menor peso. Estos imanes necesitan ser refrigerados mediante helio líquido. Con este tipo de imán se pueden llegar a obtener intensidades superiores a los 2 Teslas. Son los más utilizados en la actualidad ya que permiten obtener campos intensos sin prácticamente consumo de corriente eléctrica pero tienen como inconveniente el consumo de helio líquido y el gran coste de su instalación.

c) Según su diseño

- ✓ **Imanes cerrados:**

Consiste en un gran anillo de unos dos metros de alto por dos metros de ancho que está cubierto de una carcasa de plástico en cuyo interior hay un túnel de dos metros de largo y su diámetro comprende unos 50 cm aproximadamente.



PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

Dentro del túnel se encuentra la camilla donde se coloca al paciente, ésta contiene un sistema mecánico que la mueva hacia dentro y hacia fuera.

La ventaja de los imanes cerrados es la homogeneidad del campo magnético.

La desventaja es que no todos los pacientes lo llevan bien porque algunos padecen de claustrofobia.

Viendo la problemática de muchos pacientes respecto a aguantar dentro del imán sin agobiarse se han hecho algunos cambios como aumentar el radio del tubo o desarrollar imanes abiertos.

✓ Imanes abiertos:

Los imanes abiertos pueden tener diferentes formas: forma de “donuts” unido (acceso vertical), en forma de arco con la camilla en su interior o un asiento y un pequeño imán para estudiar las extremidades.



PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA



Lo negativo es que el campo no es tan homogéneo y se reduce la relación señal-ruido por lo que hay que compensar con tiempos más largos de adquisición.

➤ Antenas o bobinas

Las antenas o bobinas envían los pulsos de radiofrecuencia que excitan los protones y reciben la señal resultante. Se puede utilizar una misma bobina para transmitir y recibir la señal o una diferente para cada caso.

Tipos de bobinas:

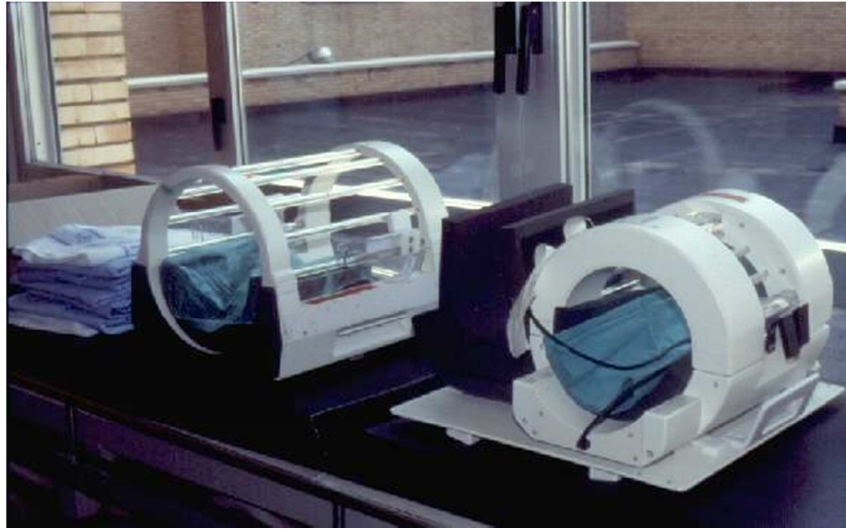
Se pueden clasificar en dos categorías: bobinas de volumen y bobinas de superficie.

Las **bobinas de volumen** pueden ser emisoras o receptoras, obtienen una señal homogénea de todo el volumen explorado. Pueden contener una región del organismo o todo el cuerpo. Es una parte permanente del equipo y rodea al paciente, siempre actúa como transmisora en todos los tipos de examen y como receptora para grandes zonas del cuerpo.

Las **bobinas o antenas de superficie**: Son sólo receptoras de la señal que viene de los tejidos próximos a ellas, y se colocan directamente en el área de interés. Tienen diferentes formas en función de la parte que se quiere examinar.

PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA



Las bobinas de superficie favorecen una señal- ruido elevada.

Presentan formas y tamaños muy variados adaptables a distintas zonas del cuerpo

La **sala del imán** se comunica con la **sala de control** a través de una gran ventana que está cubierta con un grueso vidrio y un fino apantallamiento tipo celda a través de la cual el técnico controla al paciente en todo momento.

La **sala de control** es la zona donde el técnico controlará al paciente tanto de forma visual como auditiva mientras se realiza la exploración. Esta sala debe contar con elementos de hardware como archivos de imágenes, disco óptico, ordenador de control del sistema y pantalla que visualice al paciente durante la prueba. También tiene que existir una impresora láser para imprimir los estudios aunque cada vez más se graban en CD y con ello se respeta más el medio ambiente y se ahorra mucho dinero.

También debe haber un pequeño almacén de material para contrastes, sondas, medicación especial, botiquín. Es importante que no falten libros para consulta rápida, cuaderno con soluciones ante problemas técnicos y un resumen de actuación ante casos de emergencias.

PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

6. FACTORES QUE INTERVIEN EN LA SEÑAL.

➤ **Factores intrínsecos**

Son inherentes al tejido que se estudia por lo que no tenemos control sobre ellos.

✓ *Densidad protónica*

Es el número de protones que hay en el volumen de la imagen.

✓ *Tiempo de relajación en T1*

Es el tiempo que tardan los protones en liberar la energía.

✓ *Tiempo de relajación en T2*

Es el tiempo que tardan los protones en desfasarse.

➤ **Factores extrínsecos**

Sirven para diferenciar mejor la composición de los tejidos que van a determinar las diferencias entre T1 y T2.

✓ *Tiempo de repetición*

Es el tiempo entre un pulso de radiofrecuencia y el siguiente pulso.

✓ *Tiempo de eco*

Es el tiempo que transcurre entre un pulso de radiofrecuencia y la eco.

✓ *Ángulo de basculación*

Es el ángulo de inclinación del vector momento magnético de los núcleos de hidrógeno respecto al vector del campo magnético estático.

✓ *Tiempo de inversión*

➤ **Parámetros generales en la imagen**

Con la resonancia podemos obtener cualquier plano del espacio y los factores que van a influir en la obtención de la imagen son:

✓ *Tiempo de repetición (TR)*

✓ *Tiempo de eco (TE)*

✓ *Número de cortes*

✓ *Grosor de corte*

✓ *Separación entre cortes*

PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

- ✓ *Campo de visión (FOV)*
- ✓ *Matriz de adquisición*
- ✓ *Número de adquisiciones*

Todos estos factores van a influir sobre: el grado de potenciación, la resolución espacial, la relación señal-ruido y la resolución de contraste.

➤ Parámetros que influyen en la ponderación de las imágenes. TR y TE

Ponderar en T1	Ponderar en T2	Ponderar en densidad protónica
TR corto	TR largo	TR largo
TE corto	TE largo	TE corto

➤ Parámetros que influyen en la resolución espacial y la intensidad de la señal.

- ✓ *Variaciones en el grosor de corte*
- ✓ *Variaciones en la matriz de adquisición*
- ✓ *Variaciones en el número de adquisiciones*
- ✓ *Variaciones en el campo de visión (FOV)*

7. MEDIOS DE CONTRASTE EN RESONANCIA

La administración de sustancias de contraste en estudios de resonancia han conseguido dar una información funcional a la zona anatómica a estudiar. Los agentes de contrastes utilizados se caracterizan por la presencia de un ión metálico con propiedades magnéticas siendo este ión el agente activo. Los principios activos que se utilizan son: gadolinio, dysprosio, manganeso y compuestos de óxido de hierro.

Clasificación de los contrastes:

PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

Según el comportamiento de un campo magnético de los iones metálicos utilizados como agentes activos podemos dividirlos en:

- ✓ **Paramagnéticos:** son los que habitualmente se utilizan. Contienen iones como:

-Gadolinio: metal de la familia de los Lantánidos. Acorta el valor de T1 en los protones de hidrógeno.

-Dysprosio: pertenecen a la familia de los Lantánidos. Su efecto sobre T2 es 1,8 veces el del Gd. Sobre T1 su efecto es de 1/40 veces la del Gd. Su uso clínico aún no ha sido aprobado.

-Manganeso: inyectado en el torrente sanguíneo facilita la relajación de T1. Como tal es tóxico así que se tiene que unir con una sustancia quelante formando el mangafodipir.

- ✓ **Superparamagnéticos:** están compuestos por óxido de hierro. Existen varios tipos de sustancias de contraste que se agrupan según el tamaño de la partícula. A este grupo de contrastes pertenecen: SPIO y los USPIO.

-SPIO: son los de mayor tamaño con un diámetro entre 50 y 200nm. El efecto es mucho más manifiesto en imágenes potenciadas en T2 que en T1.

-USPIO: partículas con un diámetro inferior a 50 nm. Reducen tanto el efecto en T2 como en T1.

Según el tipo de sustancia quelante a la cual está unido el ion metálico se comportará como:

- ✓ **Agentes inespecíficos o extracelulares:** forman parte de este grupo la mayoría de los quelatos de gadolinio. Unos segundos después de su administración por vía endovenosa el contraste se difunde por los capilares hacia el espacio extracelular. Tienen una vida media de 20 minutos y se excreta por vía renal.
- ✓ **Agentes específicos o intracelulares:** unidos a quelatos de bajo peso molecular para poder pasar al espacio intersticial. Es eliminado por vía renal o hepática.

PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

- ✓ **Agentes específicos o intravasculares:** unidos a quelatos de alto peso molecular así que se difunde muy poco a través de las paredes de los capilares. Este tipo de contraste se utiliza mucho en la angio resonancia en concreto de pequeños vasos.

Según los mecanismos de acción de los agentes de contraste se distinguen:

- ✓ **Contrases positivos:**

Favorecen la relajación de los núcleos de hidrógeno, acortando así el T1. Por lo que se detectan mejor en las imágenes ponderadas en T1.

Entre ellos son: Gadolinio y Manganeseo.

- ✓ **Contrastes negativos:**

Aumentan el asincronismo de la relajación de los protones de hidrógeno, acortando así el T2. Por lo que se observan mejor en imágenes ponderadas en T2. Entre ellos se encuentran: USPIO y SPIO.

8. MEDIDAS DE SEGURIDAD EN RESONANCIA

Deben de tomarse una serie de precauciones tanto para la seguridad del aparato y servicio, como para la del paciente.

Al estar presente un campo magnético intenso no debe aproximarse a la sala de exploración ningún material ferromagnético (llaves, tijeras...) ya que podría provocar artefactos al alterar la homogeneidad del campo B_0 o actuar como proyectiles. Además el campo magnético puede deteriorar algunos objetos como son relojes, tarjetas de crédito,... Por lo tanto se deben eliminar todos los elementos ferromagnéticos de la zona de seguridad.

También es muy importante seguir el protocolo establecido antes de que el paciente o el personal entren en la zona de exclusión, que comienza con la línea de 5 Gauss. Dicho protocolo incluye:

- Rellenar el paciente el documento de consentimiento informado antes de llevarlo a la zona de exclusión, para la evaluación de factores de riesgo como son los marcapasos, las grapas de aneurisma cerebral, los cuerpos metálicos extraños,...

PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

- Revisar cuidadosamente este documento
- Supervisar al paciente/personal antes de entrar en la sala del imán.

9. ARTEFACTOS MÁS COMUNES

a) Artefacto de superposición: aliasing, wrap around, foldover.

Se produce cuando el tamaño del objeto es mayor que el FOV seleccionado. El resultado es la superposición de la porción de objeto que sobrepasaba el FOV y la señal es recogida en el lado opuesto de la imagen.

El aliasing puede ocurrir:

- En la dirección de codificación de frecuencias.
- En la dirección de codificación de fase.
- En las técnicas 3D en la dirección de selección de corte.

Soluciones:

- *Utilización de filtros analógicos:* algunos aparatos de resonancia poseen un sistema de filtros que eliminan la señal de frecuencias no deseadas. Estos filtros se llaman: Low Pass Filters (filtros de paso bajo) lo que hacen eliminar las frecuencias superiores de una determinada frecuencia ya seleccionada.
- *Oversampling en la dirección de codificación de frecuencias:* consiste en aumentar la velocidad de muestreo en la dirección de codificación de frecuencias. El resultado entonces será el aumento del FOV en esa dirección sin que el tamaño del pixel quede alterado.
- *Oversampling en la dirección de fase:* lo que se hace en este caso es aumentar el número de pasos de codificación de fase y esto nos lleva a un mayor tiempo de examen.
- *Adquisiciones intercaladas (interleaved):* Si hemos utilizado dos adquisiciones éstas pueden ser intercaladas en la dirección de fase con lo que se conseguirá

PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

doblar el FOV en esa dirección. Por lo tanto, el cociente señal/ ruido no se verá alterado.

-Antenas de superficie: Nos permiten eliminar de entrada las regiones del objeto estudiado que haya producido aliasing.

-Pulsos de saturación: elimina las señales de los tejidos que pueden causar artefactos mediante la aplicación de pulsos de radiofrecuencias de 90° antes de las secuencias de pulsos. Se pueden hacer en las tres direcciones, el único problema es que va a aumentar el tiempo del examen.

-Cambiar la dirección de codificación.

-Aumentar el FOV.

b) Artefacto de truncación: gibbs, ringing, artifact.

Se produce al limitar el rango de frecuencias espaciales que se codifican para la reconstrucción de la imagen. Lo que aparece es una serie de bandas hiperintensas e hipointensas que se van alternando.

Soluciones

-Aumentar el tamaño de la matriz.

-Aplicar filtros de datos brutos.(Hanning filter): lo que se hace es filtrar los datos antes de proceder a la reconstrucción de la imagen. Se suele perder nitidez en la imagen.

c) Artefactos por susceptibilidad magnética

La susceptibilidad magnética es una propiedad característica de cada sustancia que refleja el grado de magnetización que experimenta al ser sometida a un campo magnético.

Estos artefactos son producidos por la presencia de sustancias ferromagnéticas que pueden encontrarse dentro o fuera del paciente.

Soluciones:

PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

Antes de que el paciente entre en la sala de exploración habrá que asegurarse que no lleve nada metálico externamente y si llevara algo en el interior de habrá que consultar al médico ya que hay contraindicaciones sobre diferentes tipos de materiales.

a) Desplazamiento químico

Aparece en cualquier parte del cuerpo donde haya un interfase agua-grasa. En la imagen lo que se observa es una banda oscura de ausencia de señal a un lado del tejido que contiene agua y una banda de señal brillante que corresponde a la superposición de señales del agua y la grasa.

Soluciones

-Utilizar técnicas de supresión de grasa.

-Cambiar la dirección de codificación.

-Utilizar técnicas con un ancho de banda mayor o con un gradiente codificación de frecuencias más intenso.

e) Artefactos por movimiento

El movimiento es una de las principales fuentes de artefactos que le afecta a los estudios de resonancia. Cualquier movimiento que se produzca durante el proceso de adquisición de la señal causará pérdidas de intensidad y nitidez en la imagen.

Los tipos de movimientos que dan origen a los artefactos son:

- Movimiento respiratorio.
- Movimiento cardíaco.
- Movimiento ocular.
- Flujo de sangre o LCR.
- Movimientos peristálticos.
- Movimientos oculares.

Soluciones

PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

-Inmovilizar al paciente: se pueden utilizar fajas abdominales para reducir los artefactos respiratorios.

-Pseudo-sincronización: consiste en utilizar valores de TR que sean múltiplos de la frecuencia.

-Bandas de saturación:

Bandas paralelas a la dirección de selección de corte: eliminan los artefactos de flujo perpendicular al corte.

Bandas perpendiculares a la dirección de selección de corte: colocadas dentro del plano de la imagen.

-Utilizar técnicas de supresión de grasa. Eliminan gran parte de los artefactos respiratorios cuyo mayor componente es el movimiento de la grasa subcutánea.

-Aumentar el número de adquisiciones. Se eliminan los artefactos que se producen de forma aleatoria, pero el tiempo de examen aumenta bastante.

-Utilizar técnicas rápidas con respiración contenida.

- Sincronización cardíaca y respiratoria: En la sincronización cardíaca el tiempo de repetición (TR) debe adaptarse a la frecuencia cardíaca del paciente y en la sincronización respiratoria hay que ajustar la adquisición de la señal al final de la espiración.

-Reordenación de la codificación de fase.

10. CUIDADOS DEL PACIENTE

Para este tipo de prueba el paciente debe de colaborar bastante así que debemos hablar con él en lo importante que es que él colabore lo máximo posible.

El paciente en la sala de espera deberá de rellenar un cuestionario que se le entregará en mano y que más tarde leeremos. Una vez que lo llamemos tendremos que preguntarle si es la primera vez que se hace resonancia

PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

magnética, si ha sido intervenido quirúrgicamente, si es portador de prótesis auditivas, valvulares u otopédicas. También tenemos que preguntar si cabe la posibilidad de tener algún cuerpo extraño de origen metálico en el globo ocular ya sea que haya riesgos por su profesión, etc.

En pacientes que hayan sido intervenidos por aneurisma cerebral esta prueba está contraindicada.

Si el paciente sufre de claustrofobia nos lo tendrá que decir ya que durante la exploración se le dará una perilla ya que en el caso de sentirse mal deberá de utilizarla para sacarlo lo más rápidamente de la prueba pero hay que hacerles conscientes de que si se compromete a hacérsela que aguante porque si no quiere seguir no se le hará ya que es una prueba muy larga y sensible a los movimientos. Si la prueba que vamos a hacerle lleva contraste habrá que preguntarle si es alérgico a algún medicamento.

Una vez rellenado el cuestionario y preguntado todo lo importante, firmará y se dirigirá al vestuario donde se deberá quitar su ropa, objetos metálicos y se pondrá una bata para entrar en la sala de exploración.

Es importante que el paciente sepa que en todo momento va a estar atendido, que lo vamos a observar desde un televisor y una ventana, para darle mayor tranquilidad. También le debemos indicar que habrá ruido y se le ofrecerá tapones de oído para sobrellevar mejor la prueba.

Por último comunicarle que es importantísimo que se esté quieto durante la exploración.

11. INDICACIONES

Durante los últimos años en Europa ha incrementado considerablemente el número de equipos en resonancia magnética. El único inconveniente es su precio que no todos los centros hospitalarios se lo pueden permitir.

PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

La resonancia suele ofrecer más datos que el TAC especialmente en trastornos endocraneales, cráneo, cuello, columna vertebral y del aparato locomotor por su gran sensibilidad de contraste y por poder ofrecer imágenes en numerosos planos.

Se ha avanzado en ofrecer imágenes mamográficas y cardíacas, además técnicas angiográficas y quirúrgicas como la colangiopancreatografía.

La resonancia magnética durante el primer trimestre de embarazo no está aprobada.

En las siguientes tres páginas vemos un consentimiento informado del Hospital Costa del Sol en Málaga para que se vea las preguntas que el paciente debe leer y contestar si está de acuerdo.

PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA



Hospital Costa del Sol. Servicio de Radiodiagnóstico.

DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA RESONANCIA MAGNETICA.

Nombre:.....

Edad:.....

Peso.....

Nº HCC:.....

¿Qué le vamos a hacer?

Usted va a realizarse una prueba de Resonancia Magnética a petición de su médico. La RM es una técnica de imagen que utiliza un campo magnético intenso, es decir no se usan radiaciones ionizantes, (Rayos X), y el contraste utilizado no contiene yodo, por tanto, la posibilidad de reacciones adversas son muy raras.

¿Qué riesgos tiene?

Las precauciones a tomar son las derivadas de la acción del campo magnético que no ocasiona problemas si se cumplen las normas de seguridad que le indicará el personal de la unidad. La única circunstancia molesta la constituye el ruido que oír durante la realización de la prueba. En caso de necesitar tapones para los oídos, solicitenoslo.

Por favor, es importante que rellene el siguiente cuestionario.

-¿Tiene usted marcapasos? : SI _____ NO _____

-¿Tiene usted implante coclear?: SI _____ NO _____

-¿Tiene usted clips endovasculares craneales? SI _____ NO _____

-¿Tiene usted bombas de infusión? SI _____ NO _____

-¿Tiene usted electrodos epidurales? SI _____ NO _____

-¿Está usted en el primer trimestre de embarazo? SI _____ NO _____

EN CASO DE CONTESTAR AFIRMATIVAMENTE A ALGUNA DE LAS PREGUNTAS ANTERIORES, COMUNÍQUELO AL PERSONAL DE LA UNIDAD.

PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

- ¿ Tiene usted prótesis cardíacas ? SI _____ NO _____
- ¿ Tiene algún stent? SI _____ NO _____
- ¿ Tiene usted filtros en vena cava? SI _____ NO _____
- ¿ Tiene usted un bypass ? SI _____ NO _____
- ¿ Tiene usted prótesis óseas? SI _____ NO _____
- ¿ Tiene usted grapas vasculares? SI _____ NO _____
- ¿ Tiene usted neuroestimuladores? SI _____ NO _____
- ¿ Tiene usted dispositivos uterinos, (DIU)? SI _____ NO _____
- ¿ Tiene usted restos de metralla? SI _____ NO _____
- ¿ Ha tenido usted algún accidente con virutas metálicas en los ojos o trabaja en un ambiente donde se produzcan? SI _____ NO _____
- ¿ Tiene usted piercings? SI _____ NO _____
- Otros materiales, (describalos).....
- ¿ Le han operado de algo? SI _____ NO _____
En caso afirmativo, díganos de qué.
- ¿ Es usted asmático? SI _____ NO _____
- ¿ Es usted alérgico a algún medicamento? SI _____ NO _____
- ¿ Se ha realizado anteriormente esta prueba? SI _____ NO _____
En caso afirmativo, ¿ le inyectaron contraste?.
- ¿ Ha comido en las 6 horas anteriores a la prueba? SI _____ NO _____
- ¿ Tiene usted o ha tenido algún problema renal? SI _____ NO _____
- ¿ Tiene usted dentadura postiza? SI _____ NO _____

NO ENTRE EN LA SALA CON ARTÍCULOS METÁLICOS O SENSIBLES A IMANES, COMO LOS SIGUIENTES:

- Gafas.
- Piezas dentales desmontables.
- Ayudas auditivas, (Sonotone).
- Joyas.
- Reloj.
- Billetera, o gancho para billetes.
- Bolígrafos y lapiceros.
- Llaves.

PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

- Monedas.
- Navajas.
- Pistolas.
- Cierres metálicos o botones.
- Hebilla de cinturón.
- Tarjetas con franja magnética, (tarjetas de crédito, o de banco).
- Ganchos o broches para el cabello, (horquillas).
- Sujetador.
- Fajas y corsés.
- Imperdibles.
- Buscapersonas y teléfonos móviles

¿Qué otras alternativas hay?

En su caso, pensamos que esta es la prueba mas idónea.

Otras exploraciones ofrecen menor información o no son adecuadas para su caso, no obstante, en caso de no poder realizarse la exploración se valorarán pruebas alternativas como la Ecografía y la TAC.

Antes de firmar este documento, si desea más información o tiene cualquier duda, no tenga reparo en preguntarnos. Le atenderemos con mucho gusto.

Declaraciones y firmas

D/D^a..... con

DNI.....

he comprendido la información sobre los contrastes, explicándome sus riesgos y complicaciones. Por ello, doy mi consentimiento (SI___,NO___) para que se me inyecte contraste. Mi aceptación es voluntaria y puedo retirar este consentimiento cuando lo crea oportuno.

Firma del paciente:

Fecha...../...../.....

D/D^a.....con

DNI.....

y en calidad dehe sido informado suficientemente del procedimiento que se le va a realizar. Por ello, doy expresamente mi consentimiento(SI___,NO___)

Firma del tutor o familiar:

Fecha...../...../.....

PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

12. CONTRAINDICACIONES

a) Si el paciente lleva objetos metálicos internos

-*Prótesis, clips*: sólo en casos específicos, dependiendo del modelo y del campo magnético, no se le podría hacer la prueba.

-*Portadores de marcapasos cardíacos.*

-*Implantes activados eléctrica, magnética o mecánicamente.*

-*Clips vasculares de aneurismas cerebrales.*

-*Fragmentos metálicos en los ojos.*

-*Catéter de termodilución SWAN- Ganz.*

-*Portadores de audífonos*: deberán de retirárselos antes de entrar en la sala del imán.

De todas formas cuando al paciente se le instala una prótesis, por seguridad, se esperan unas seis semanas para asegurar la fijación, así que antes de ese tiempo no se le hará la prueba de resonancia.

-*Tatuajes y piercings*: el paciente apreciará calor en esa zona por lo que debemos de comentárselo para que no se alerte durante la exploración.

b) Si el paciente lleva objetos metálicos externos al cuerpo:

-*Objetos ferromagnéticos*: antes de la exploración todos los objetos metálicos que lleve deberá de quitárselo

-*maquillaje*: se recomienda retirarlo de los ojos.

-*Lentillas*: hay que quitárselas.

c) Embarazo

Se valorará la relación entre riesgo- beneficio en cada caso. Si puede ser se le hará la prueba hasta después del parto.

PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

A grandes rasgos no se nos puede pasar...

Si el paciente lleva cuerpos extraños metálicos en la órbita, marcapasos, implantes cocleares...no se le hará la prueba.

También si lleva prótesis habrá que preguntar de qué naturaleza es y consultar al médico si hay alguna duda.

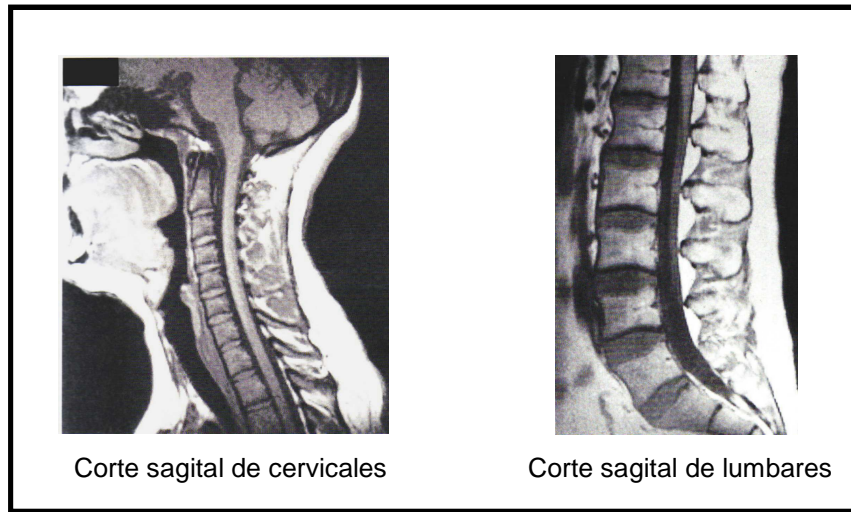
Si se decide hacer la prueba con prótesis hay que tener en cuenta que la calidad de la imagen será de peor calidad porque dará artefactos.

PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

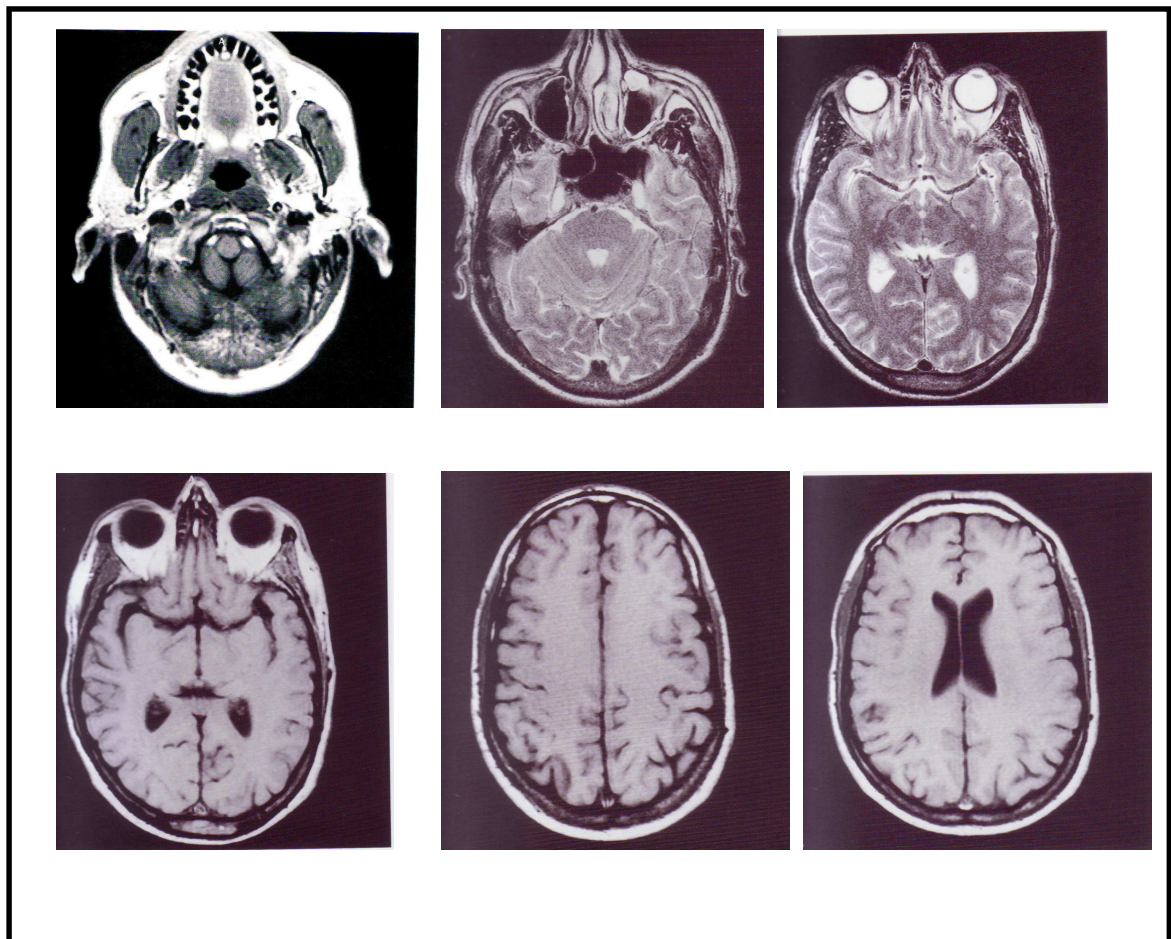
AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

13. IMÁGENES NORMALES DE RESONANCIA MAGNÉTICA

Columna vertebral:



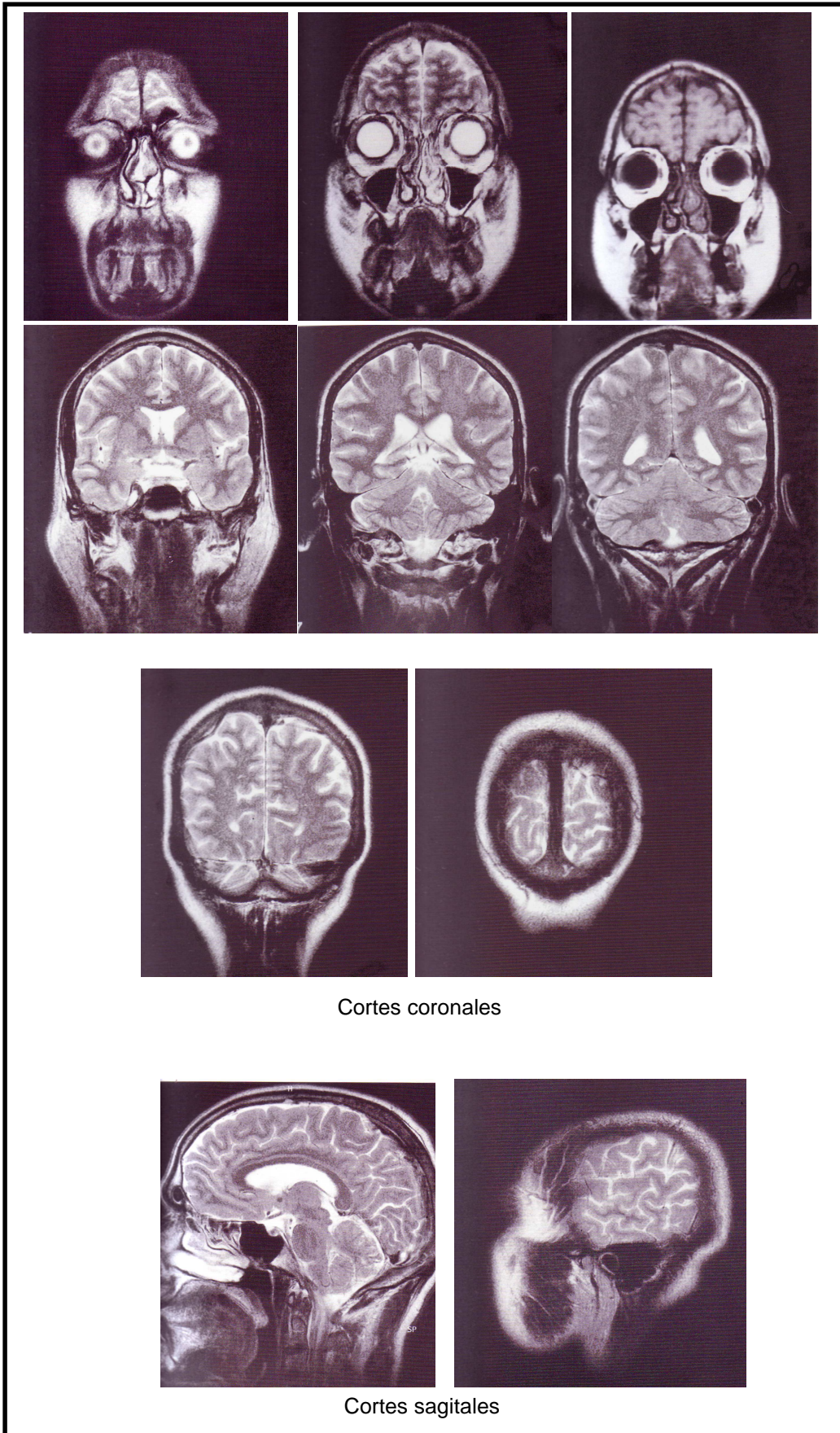
Cráneo:



PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

Cráneo:



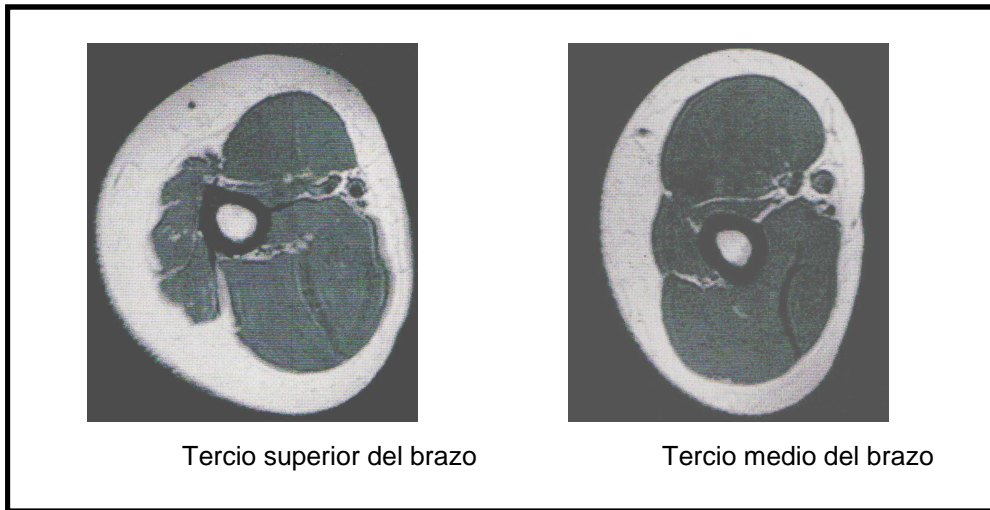
Cortes coronales

Cortes sagitales

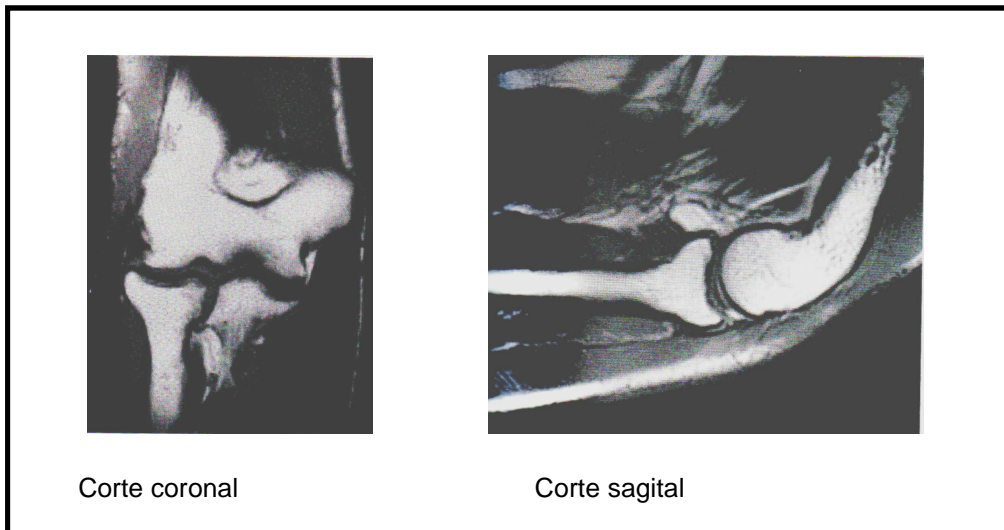
PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

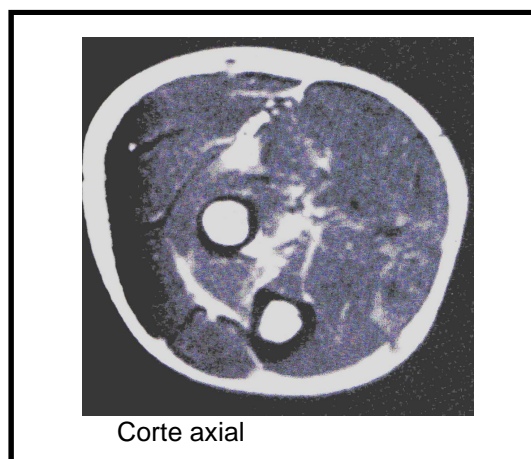
Brazo: cortes axiales



Codo:



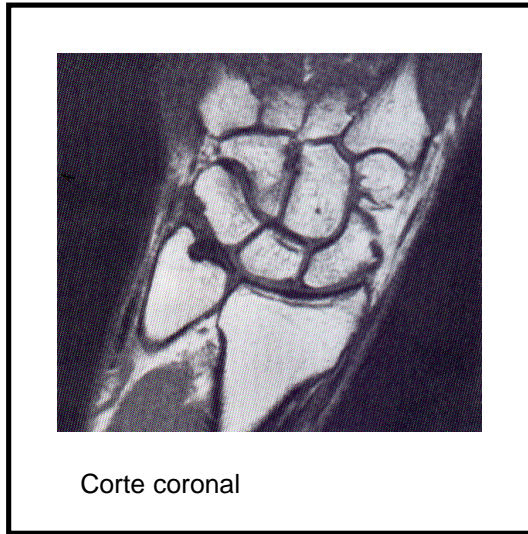
Antebrazo:



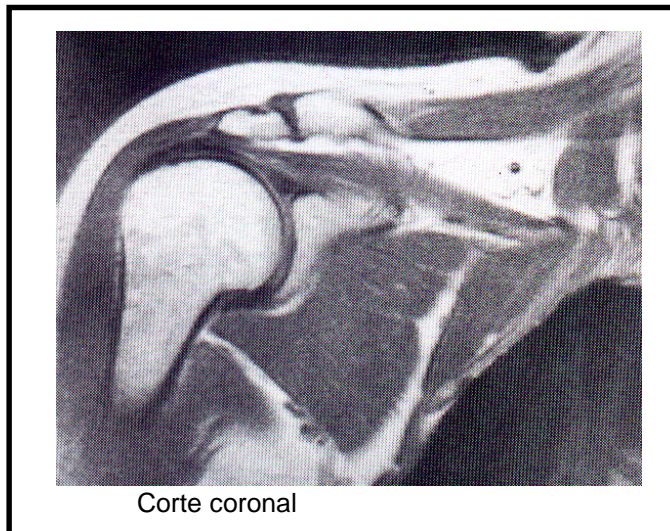
PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

Muñeca:



Hombro:



PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

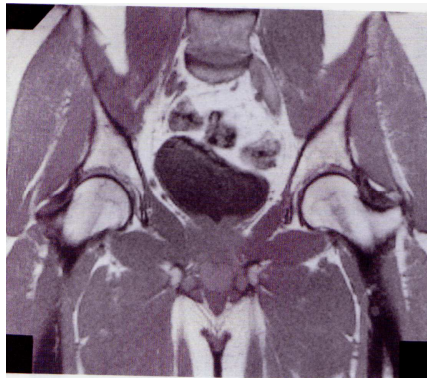
Pelvis masculina:



Corte axial

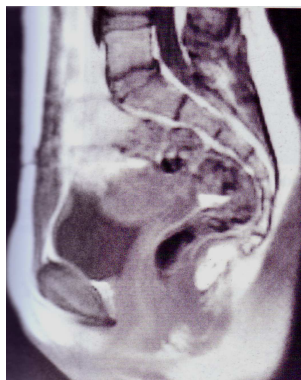


Corte medio sagital



Corte coronal

Pelvis femenina:



Corte sagital medio

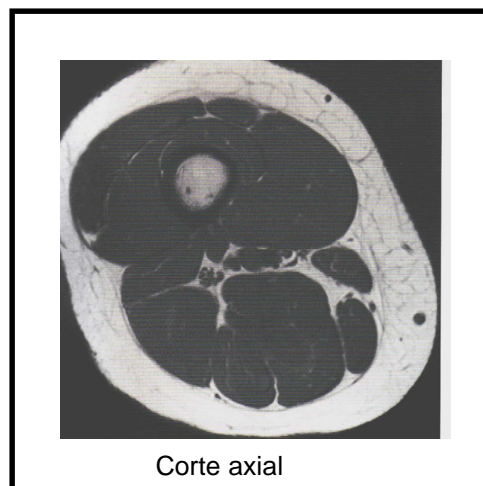
PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

Cadera:



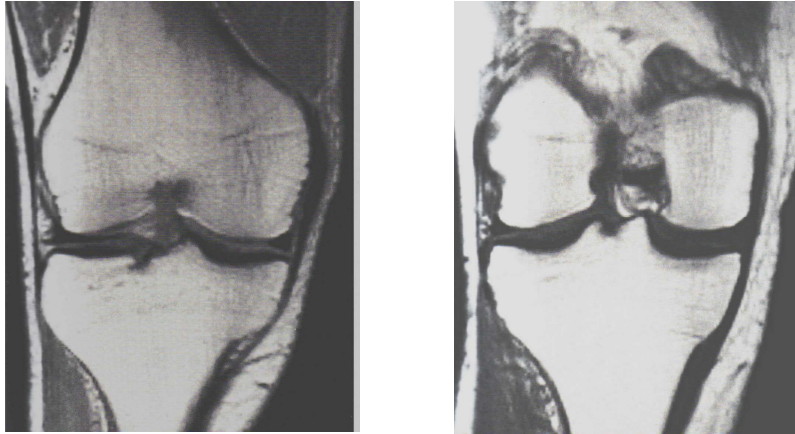
Muslo:



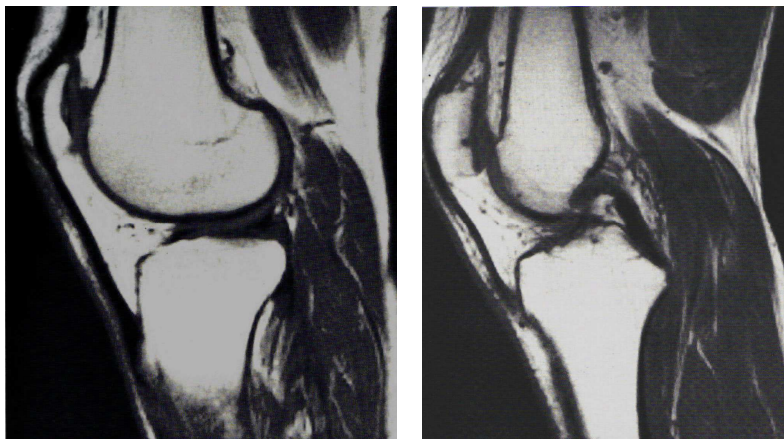
PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

Rodilla:



Corte coronales



Cortes sagitales

Pierna: región media

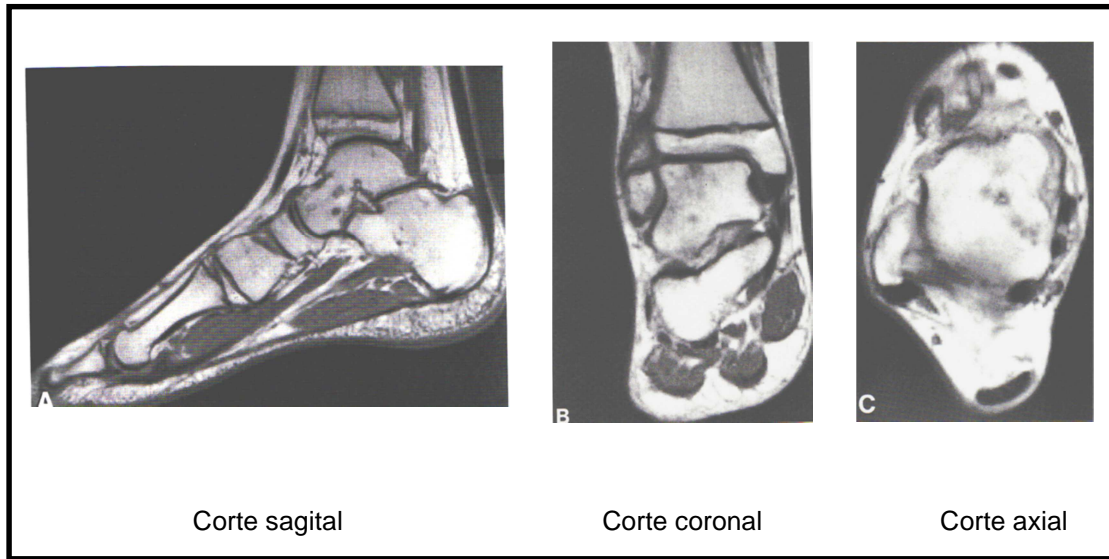


Corte axial

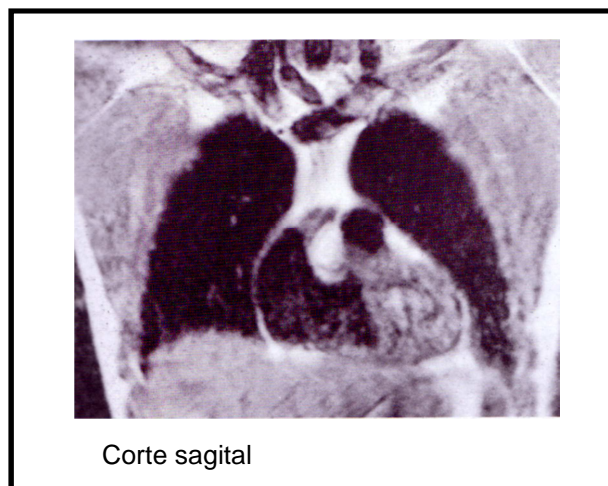
PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

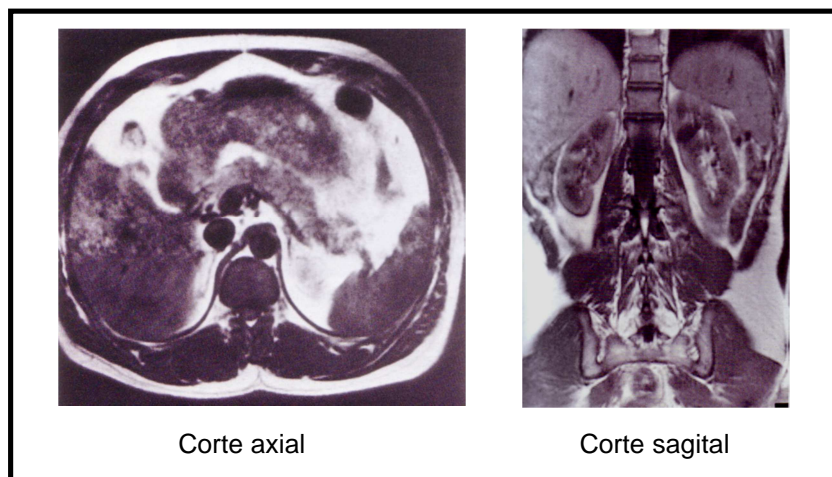
Tobillo y pie:



Corazón:



Abdomen:



PRINCIPIOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.

AUTORES: LAURA ÁLVAREZ GONZÁLEZ, DIANA MARÍA ELENA ALDANA Y MARÍA CARMONA ROSA

14.BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

T. ALMANDOZ, Guía práctica para profesionales de la resonancia magnética, editorial OSATEK, s.a. año 2003.

C.F. MARTINEZ GUILLARMÓN. Aplicaciones clínicas y protocolos de actuación de actuación en resonancia magnética. Año 2008

PÁGINAS WEBS

<http://sirfreakthemighty.wikidot.com/mri:basics>

<http://www.elnegrodeneuro.com.ar/neuroimagenes/rm.html>

http://clinicamarti-torres.com/?page_id=129

<http://la-mecanica-cuantica.blogspot.com.es/2009/08/espectroscopias-de-resonancia-i.html>